



**(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

**⑫ Gebrauchsmusterschrift
⑩ DE 298 21 564 U 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 02 K 9/19
H 02 K 5/08
C 08 K 3/22

(21) Aktenzeichen: 298 21 564.0
(22) Anmeldetag: 2. 12. 1998
(47) Eintragungstag: 13. 7. 2000
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 17. 8. 2000

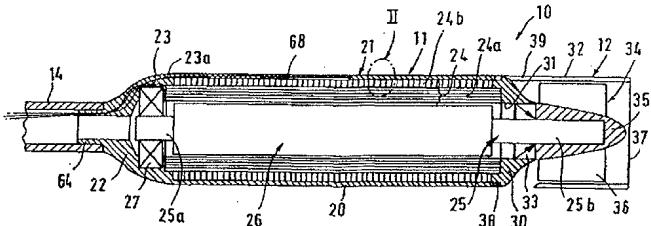
DE 29821564 U1

73 Inhaber:
Impella Cardiotechnik AG, 52074 Aachen, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner, 50667
Köln

(56)	Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:
DE	196 13 564 C1
DE	37 38 592 C1
DE	27 13 299 C2
DE	21 03 928 C2
GB	13 51 768

54 Fluidgekühlter Elektromotor mit hoher Leistungsdichte
55 Fluidgekühlter Elektromotor mit einem aus Polymermaterial geformten Motorgehäuse (20), welches einen Stator (24) umgibt, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymermaterial des Motorgehäuses (20) einen wärmeleitfähigen elektrisch isolierenden Füllstoff enthält.



DE 29821564 U1

Patentanwälte ... Patent Attorneys
VON KREISLER ... SELTING ... WERNER

Deichmannhaus am Dom
D-50667 KÖLN

von Kreisler Selting Werner · Postfach
P.O.Box 102241 · D-50462 Köln

Impella Cardiotechnik GmbH
Pauwelsstraße 19
52074 Aachen

Unser Zeichen:
982318de/Sg/fz

Patentanwälte
Dr.-Ing. von Kreisler † 1973
Dipl.-Chem. Alek von Kreisler
Dipl.-Ing. Günther Selting
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Karsten Werner
Dipl.-Chem. Dr. Johann F. Fues
Dipl.-Ing. Georg Dallmeyer
Dipl.-Ing. Jochen Hilleringmann
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Peter Jönsson
Dipl.-Chem. Dr. Hans-Wilhelm Meyers
Dipl.-Chem. Dr. Thomas Weber
Dipl.-Chem. Dr. Jörg Helbing

Köln,
30. November 1998

Fluidgekühlter Elektromotor mit hoher Leistungsdichte

Die Erfindung betrifft einen fluidgekühlten Elektromotor mit hoher Leistungsdichte mit einem aus einem Polymermaterial gespritzten Motorgehäuse, welches einen Stator umgibt, und insbesondere einen Mikromotor, der in das Blutgefäßsystem eines Körpers eingeführt werden kann, um eine im Körper befindliche Blutpumpe anzutreiben.

In WO 98/44619 ist ein Mikromotor beschrieben, der Bestandteil einer in den Körper eines Patienten einzuführenden Blutpumpe ist. Der Mikromotor weist ein aus Polymermaterial gespritztes Motorgehäuse auf, dessen Außendurchmesser 8,0 mm nicht überschreitet. Der Motor ist Bestandteil einer Blutpumpe, die im Gefäßsystem eines Patienten Blut pumpt, das an dem Motorgehäuse entlangströmt und dadurch den Motor kühlt. Im Motorgehäuse entsteht eine relativ hohe Temperatur, da das Polymermaterial ein

02-12-90

schlechter Wärmeleiter ist. Infolge des Thermoskennen-Effekts ergeben sich Temperaturen von 60°C. Obwohl das Motorgehäuse durch das entlangströmende Blut, das eine Temperatur von 37°C hat, gekühlt wird, hat die aus dem Motorgehäuse herausragende Welle eine höhere Temperatur. Es besteht die Gefahr, daß das temperaturkritische Medium Blut durch eine zu hohe Wellentemperatur beschädigt wird. Dichtungen, die eine hochtemperierte Welle abdichten, unterliegen einem erhöhten Verschleiß, wodurch die Lebensdauer des Mikromotors verringert wird. Ferner ist zu berücksichtigen, daß bei einer hohen Innentemperatur im Motor sich der Wirkungsgrad verschlechtert. Gerade bei Mikromotoren, die häufig auf Batteriebetrieb angewiesen sind, ist ein hoher Wirkungsgrad sehr wichtig. Durch eine zu hohe Innentemperatur im Motor und der damit einhergehenden Wirkungsgradverschlechterung wird auch die mechanisch abgreifbare Leistung reduziert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen fluidgekühlten Mikromotor mit verbesserter Wärmeabfuhr zu schaffen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Bei dem erfindungsgemäßen Mikromotor enthält das Polymermaterial des Motorgehäuses einen wärmeleitfähigen elektrisch isolierenden Füllstoff. Dieser Füllstoff bewirkt, daß das Motorgehäuse eine hohe Leitfähigkeit erhält, so daß die im Gehäuseinneren entstehende Wärme besser an das umgebende Blut abgeführt werden kann. Der Füllstoff besteht vorzugsweise aus einem Keramikmaterial, insbesondere Al_2O_3 . Durch dieses Material wird bei entsprechendem Füllanteil die Wärmeleitfähigkeit von Thermo- oder Duroplasten signifikant von typischerweise 0,05 W/mK auf bis zu 2W/mK erhöht, ohne daß die elektrische Leitfähigkeit zunimmt. Es hat sich gezeigt, daß bei einer Fluidtemperatur von 37°C die Motorinnentemperatur von ursprünglich 60°C auf 40°C bis 45°C verringert werden kann. Im Motorinnern entsteht also kein Wärmestau, weil durch das wärmeleitfähige Motorgehäuse die Wärme besser an das Blut abgeführt

DE 298 21 564 U1

02.12.90

wird. Dadurch sind die Komponenten des Elektromotors einer geringeren thermischen Belastung und somit auch einem geringeren Verschleiß unterworfen. Ferner kann der Motor mit einem verbesserten Wirkungsgrad betrieben werden.

Der Füllstoff hat auch Vorteile bei der Herstellung des Mikromotors im Spritzgußverfahren oder im Vakuumgußverfahren, weil bei einem hohen Füllstoffanteil die Aushärtezeit eines Duromers aufgrund der geringeren Duromerdicken und der besseren Wärmeleitfähigkeit verringert wird. Dadurch wird die Warmaushärtung im Ofen wesentlich verkürzt.

Der Füllstoffanteil sollte mindestens 40 Gewichtsprozent betragen, um eine signifikante Steigerung der Wärmeleitfähigkeit des Matrixmaterials zu erzielen. Der Füllstoff, der ursprünglich als feines Pulver vorliegt, wird in das flüssige Polymermaterial eingemischt und anschließend erfolgt die Formgebung im Spritzgußverfahren, Tränkungsverfahren u.dgl.

Einen wesentlichen Isolator im Innern eines Mikromotors bilden die Drahtwicklungen. Zwischen den Windungen bestehen mit Luft gefüllte Hohlräume, die einen idealen Wärmeisolator bilden. Außerdem sind die einzelnen Drahtwindungen mit Isolermänteln umgeben, die ebenfalls gute thermische Isolatoren bilden. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung, die selbständige Bedeutung hat, sind die Hohlräume der Wicklungen des Stators mit einem einen wärmeleitfähigen Füllstoff enthaltenden Polymermaterial aufgefüllt. Dadurch werden die Wicklungen zu guten Wärmeleitern, wodurch die in den Wicklungen entstandene strominduzierte Wärme mit geringem Wärmewiderstand an den Rückschluß und/oder das Motorgehäuse abgeleitet wird. Das die Hohlräume ausfüllende Polymermaterial bewirkt eine verbesserte Wärmeabgabe an die Rückschlußblechanordnung, die dann ihrerseits die Wärme an das Motorgehäuse weiterleitet. Die Einbringung des mit Füllstoff versehenen Polymermaterials in die Hohlräume der

DE 298 21564 U1

02-12-98

Wicklungen erfolgt zweckmäßigerweise durch Tränkung oder auch durch einen Vergußprozeß im Zusammenwirken von Vakuum und Druck, bei dem sämtliche Hohlräume gezielt mit wärmeleitfähigem Polymermaterial gefüllt werden.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Mikromotor und die damit verbundene Pumpe, und

Fig. 2 in vergrößertem Maßstab die Darstellung der Einzelheit II aus Fig. 1.

Die nachstehend beschriebene Fig. 1 ist bereits Gegenstand von WO 98/44619:

In Fig. 1 ist eine intravasale Blutpumpe 10 dargestellt, also eine Blutpumpe, die durch das Blutgefäßsystem eines Patienten geschoben werden kann, um bis in das Herz hinein vorzudringen. Der Außendurchmesser einer solchen Blutpumpe ist in der Regel an keiner Stelle größer als 8 mm.

Die Pumpe 10 weist einen Antriebsteil 11 und einen damit starr verbundenen Pumpenteil 12 auf. Der Antriebsteil 11 enthält einen elektrischen Mikromotor 21 mit einem langgestreckten zylindrischen Gehäuse 20. An dem rückwärtigen Ende ist das Gehäuse 20 mit einer Stirnwand 22 verschlossen, an die sich ein flexibler Katheter 14 abdichtend anschließt. Durch den Katheter 14 verlaufen die elektrischen Kabel 23 zur Stromversorgung und zur Steuerung des Elektromotors 21, und außerdem weitere Kabel 23a, die mit Sensoren der Blutpumpe 10 verbunden sind.

DE 298 21564 U1

02-12-96

ringförmigen Spalt zwischen dem Pumpengehäuse 32 und dem Motorgehäuse 20 strömt das Blut am Nabenteil 30 entlang nach außen, um weiter an dem Motorgehäuse 20 entlangzuströmen. Hierdurch wird der Abtransport der im Antrieb erzeugten Wärme sichergestellt, ohne daß es zur Blutschädigung durch zu hohe Oberflächentemperaturen (über 41°C) auf dem Motorgehäuse 20 kommt.

Es ist auch möglich, den Pumpenteil 12 mit umgekehrter Förderrichtung zu betreiben, wobei das Blut an dem Motorgehäuse entlang angesaugt wird und aus der stirnseitigen Öffnung 37 axial austritt.

In die Umfangswand des Motorgehäuses 20 ist ein Drucksensor 68 eingebettet, der mit einer Leitung 23a in Verbindung steht. Diese Leitung 23a ist in dem Motorgehäuse 20 vergossen und sie führt durch die Stirnwand 22 hindurch in den Katheter 14. Am proximalen Katheterende sind die Leitung 23a und das Kabel 23 mit einem extrakorporalen Steuergerät verbindbar, das den Betrieb der Pumpe 10 steuert.

Die Herstellung des Mikromotors 21 erfolgt in einem Spritzgußverfahren mit einer Spritzgußform, in die ein Dorn eingebracht wird, welcher die Statorkomponenten 24a, 24b trägt. Dabei wird Polymermaterial in die Spritzgußform injiziert. Anschließend werden Spritzgußform und Dorn von dem Motorgehäuse 20 entfernt und schließlich wird der Rotor 26 durch die Öffnung 31 des Nabenteils 30 hindurch montiert.

Das verwendete Polymermaterial ist vorzugsweise ein flüssiges Epoxydharz, das einen Füllstoffanteil von mindestens 40 Gewichtsprozent enthält. Als Füllstoff wird Al_2O_3 als feines Pulver benutzt.

Die in den Wicklungen 24a des Stators 24 entstehende strominduzierte Wärme wird zunächst an die Rückschlußanordnung 24b

DE 29821564 U1

02-12-98

chronmaschine kann somit der Motor bei vollständiger Kapselung
der Wicklung auch im Motorinneren flüssigkeitsgefüllt betrieben
werden.

DE 298 21 564 U1

02-12-96

A N S P R Ü C H E

1. Fluidgekühlter Elektromotor mit einem aus Polymermaterial geformten Motorgehäuse (20), welches einen Stator (24) umgibt,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Polymermaterial des Motorgehäuses (20) einen wärmeleitfähigen elektrisch isolierenden Füllstoff enthält.
2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstoff Al_2O_3 aufweist.
3. Elektromotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstoffanteil mindestens 40 Gewichtsprozent beträgt.
4. Elektromotor insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (24) Wicklungen aufweist, deren Hohlräume mit einem einen wärmeleitfähigen Füllstoff enthaltenden Polymermaterial (42) aufgefüllt sind.
5. Elektromotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das die Hohlräume auffüllende Polymermaterial (42) mit einer umgebenden Rückschlußblechanordnung (24b) in wärmeleitendem Kontakt steht.
6. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein von dem Motor angetriebener Pumpenteil (12) ebenfalls Füllstoff enthält.

DE 298 21 564 U1

03-12-96

7. Elektromotor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung eine an dem Polymermaterial bestehende glatte, isolierende Innenseite (43) aufweist.

DE 296 21 564 U1

02.12.90
-1/1-

FIG.1

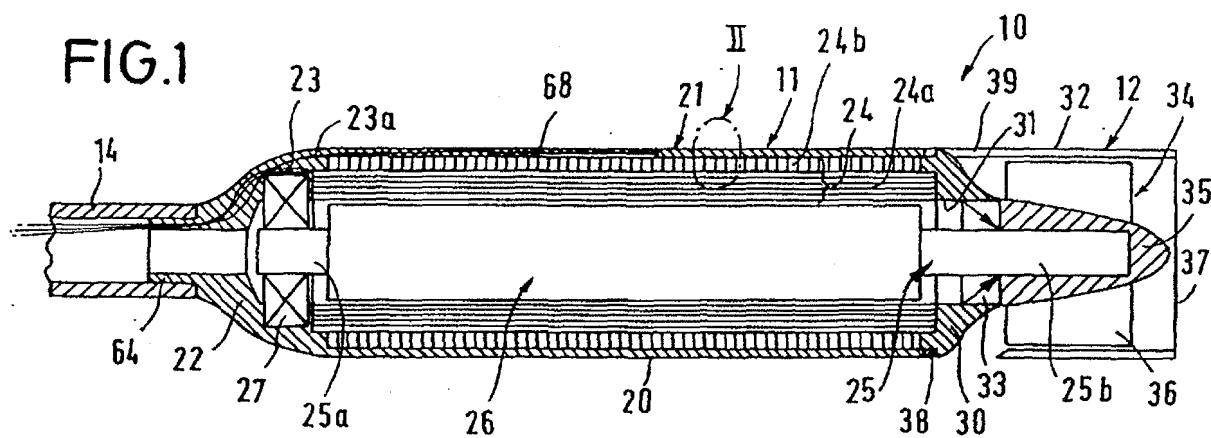
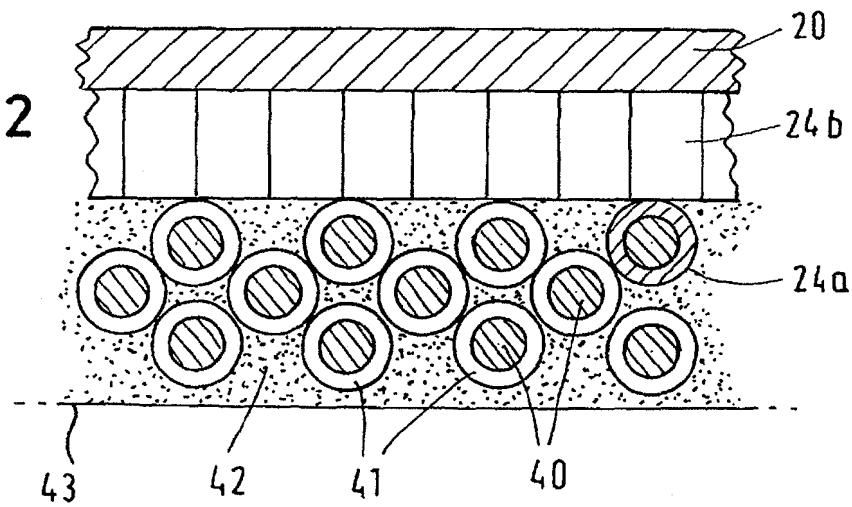


FIG.2



DE 298 21564 U1